平成２４年度我が国情報経済社会における基盤整備事業

放射線測定機器の性能チェックシート

平成２５年４月

一般社団法人 日本電気計測器工業会

放射線測定機器の性能チェックシート作成委員会

目　次

第1章　　はじめに

2011年3月11日の東日本大震災の津波による東京電力㈱福島第一原子力発電所の事故で、環境中に放射性物質が放出され、環境が汚染される事態が発生しました。それに伴い国民全体に放射線や放射能に対する関心が高まり、放射線測定を行いたいという人が増えました。そのため国内に様々な放射線測定機器（以下測定器）が出回ることになりました。それまで、放射線や放射能にたずさわることがなく、測定器を使ったこともない人でも、正しい測定器の使い方と特性を知り、何を測定しているのか、測定で得られた結果は何を意味しているのかを正しく理解することは、極めて重要なことです。

市販の製品に使われている測定器の種類は様々ですが、全く同じ条件で測定しても、使用する測定器によって値がばらついて、どれが正しいのか問題になりますが、これはその測定器がどれ位の精度を持っているかにかかっています。

今回の原発事故で現在環境中に広がっている放射性核種はセシウム（Cs）が主なもので、そのうち半減期を考えて現在でも残っているのは、Cs-134（半減期 2.06 年）と Cs-137（半減期 30.2 年）です。しかし、環境中には天然に存在する放射性核種（カリウム-40（K-40）、ウラン、トリウムなど）から放出される様々なエネルギーのガンマ線があり、それがバックグラウンド放射線として混じってきます。また例え、測定対象の放射性核種が Cs-137 だとしても、環境中ではそのガンマ線が地面や建物に衝突し散乱されてエネルギーが低くなったものが含まれるので、注意が必要です。

もう一つ忘れてはならないことは、放射線測定における不確かさです。重さ、長さ、温度、気圧などは、測定すると一つの決まった値が得られます。例えば、スーパーで量り売りを買うと、秤の誤差はありますが 105g と指示され、風袋分 5g を引いて、100g となります。普通は何かを測定すると、たえず一定の値が得られます。しかし、放射性物質から放出される放射線の測定は全く違っています。まず、放射線はある瞬間には 10 個放出され、次の瞬間には 5 個放出されるというように、一定の値ではなく時間とともに不規則に変動するため、測定値も常に変動します。放射線を測る時は、必ず自然にある放射線（バックグラウンド）を一緒に測定してしまうため、それを差し引く必要があります。さらにこのバックグラウンド自体も、時間や場所とともに変動します。変動する測定値から変動するバックグラウンドを差し引いて求めた測定値は、必ず誤差（不確かさ）を伴います。この誤差は測定値が小さいほど大きくなりますので、少ない量の放射線を測定する時には、大きな不確かさを持っていることを忘れてはなりません。そのため、何回も測定して平均値を求める必要があります。

また、測定器の管理と校正も非常に重要で、それらが正しく行われていない測定器は、測定値の精度は分からないと言ってよいでしょう。少なくとも年に 1 回は測定器の点検と校正を行うことが必要です。

専門家だけでなく、多くの一般の人が放射線測定に関係している状況を鑑みて、一般社団法人日本電気計測器工業会では経済産業省からの委託を受けて、一般の方が適切なサーベイメータを選定できるようなガイドラインを提供することを目的として、「放射線測定機器の性能チェックシート」を作成することになりました。なお、参考までに以下の本を紹介しておきます。

「はじめての放射線測定―正しく理解し、正しく測ろう放射線」
公益社団法人 日本アイソトープ協会発行

平成 25 年 4 月
一般社団法人 日本電気計測器工業会
放射線測定機器の性能チェックシート作成委員会

第2章　放射線測定の基礎知識

2.1　放射線の種類

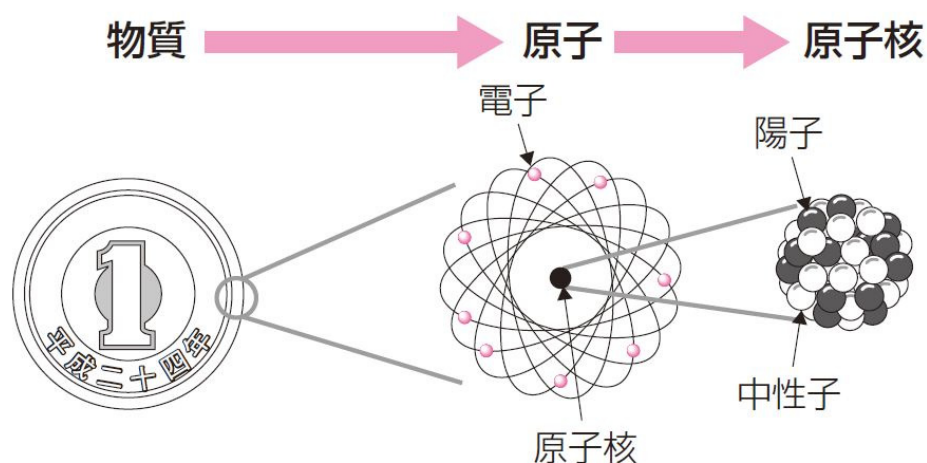
全ての物質は、原子（または元素）で構成されており、原子は原子核とその周りを回っている電子からできています。また、原子核は、陽子と中性子からできています。原子の種類（元素）は原子核の陽子の数で決まりますが、陽子の数が同じであれば中性子の数が異なっていても性質は同じになります。陽子の数が等しく、中性子の数が異なる元素を同位元素（アイソトープ）と呼びます。

公益社団法人日本アイソトープ協会「はじめての放射線測定」より転載

図 2-1　原子の構造

同位元素の中にはエネルギーが過剰で不安定な原子も存在します。エネルギーが過剰な原子は、放射線の形でエネルギーを外部に放出して安定な原子に変化（壊変）しますが、この原子を放射性同位元素（ラジオアイソトープ）と呼びます。

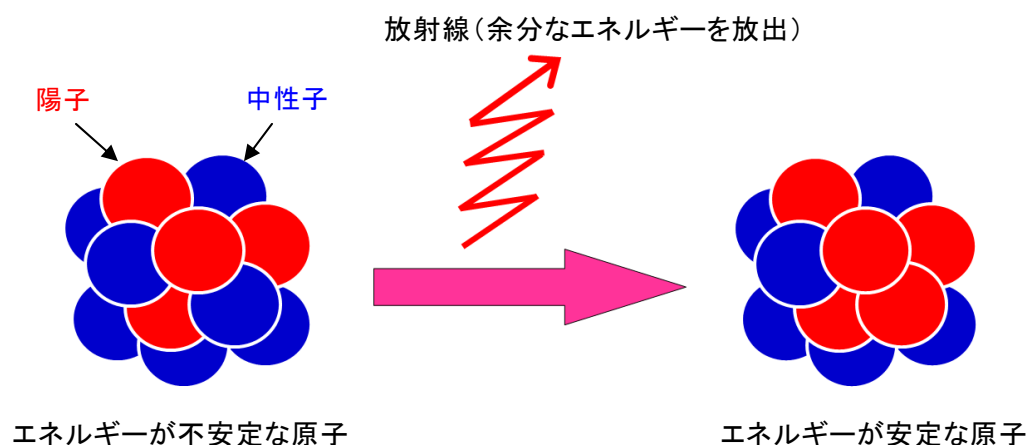



図 2-2　放射線が出るしくみ

放射線には、アルファ（α）線、ベータ（β）線、ガンマ（γ）線、エックス（X）線、中性子線があり、エネルギー、質量、飛距離などが異なります。不安定な原子核からヘリウムの原子核の形で飛び出す粒子をアルファ線、原子核から放出される電子線をベータ線と呼びます。粒子が飛び出した後も、まだ原子核がエネルギー的に不安定な励起状態にあると、さらに余分なエネルギーを外部に放出しますが、原子核から放出されるものをガンマ線、それ以外のものをエックス線と呼びます。ガンマ線やエックス線は、電波や光と同じように質量を持たない電磁波の仲間ですが、可視光に比べて波長がとても短く、目で見ることはできませんし、物質内部を通り抜けていく性質も持ちます。

これら放射線は、物質を通過するときに、原子レベルで電離作用や励起作用などの相互作用を起こして、エネルギーを失います。放射線のエネルギーが大きい場合や大量の場合には、物質中に化学的変化や生物学的変化を起こすこともあります。

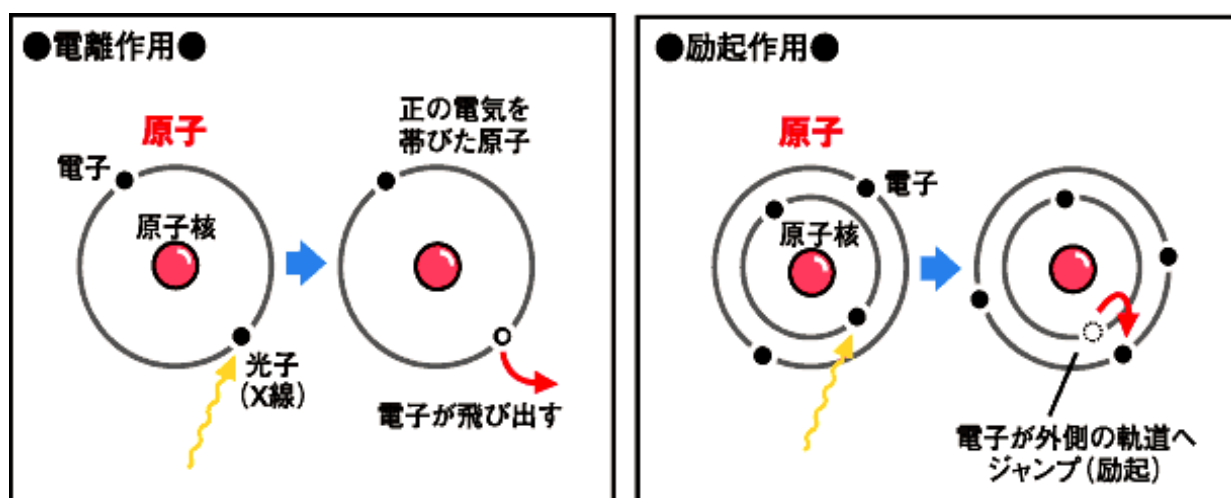



図 2-3　電離作用と励起作用

2.2　Sv/h とは何

放射線を出す能力のことを放射能と呼びます。放射能の強さの単位は Bq（ベクレル）という単位で表され、1 秒間あたりにいくつ壊変するかを示すものです。1 秒間に 1 回壊変した場合に 1Bq と表されます。

人が放射線により、どれだけ影響をうけるかを表す単位を Sv（シーベルト）といいます。この Sv という単位は、環境中の放射線を測定した値（周辺線量当量）や個人が被ばくした値（個人線量当量）でも使用されますので、測定対象によって少し意味が異なっています。

人が放射線を受けた場合の量は実効線量と呼ばれ、これも Sv で表されます。しかし、放射線を受けた組織（肺、胃、膀胱、乳房、皮膚等）によって、また放射線の種類やエネルギーによっても、放射線の影響量は異なるため、実際には実効線量を求めることはできません。

国際放射線単位・測定委員会（ICRU）がサーベイメータで実際に測定でき、かつ実効線量を下回らないように評価できる量として周辺線量当量および方向性線量当量（場所に係る測定)、個人線量当量（外部被ばく線量の測定）という測定体系を導入しました。どの単位も Sv で表されます。なお、方向性線量当量というのは、人の皮膚における影響量で、70μm 線量当量と呼ばれます。周辺線量当量はこれに対して 1cm 線量当量と呼ばれます。エックス線、ガンマ線のような物質を透過しやすい放射線に対しては、1cm 線量当量を用いますが、アル

ファ線、ベータ線のような透過しにくい放射線に対しては、70μm 線量当量を用います。
個人線量当量は同様に 1cm 線量当量と 70μm 線量当量に分けられます。
ところで、個人線量当量ですが、これは環境を測定する場合と異なり、人の体に測定装置をつけた状態で測定をします。このため、人体による散乱線の影響を受けるため、環境測定とは値が異なる場合があります。
環境を測定する場合には周辺線量当量を測定しますが、一般のサーベイメータの場合には、μSv/h（マイクロシーベルト毎時）の単位が使用されます。これは 1 時間あたりの周辺線量当量を表します。例えば、0.1μSv/h の場所に 1 時間滞在すると 0.1μSv の被ばくとなります。その場所に 100 時間滞在すれば 10μSv となります。
Sv は人がどの程度の影響を受けたかの影響量を表すものです。これに対して人（物質）がどのぐらいのエネルギーを与えられたかを表す単位として Gy（グレイ）が使用され、これは吸収線量と呼ばれます。(1Gy＝1J（ジュール）/ kg)
＊μ（マイクロ）は 10^{-6}（百万分の一）を表します。

2.3　環境を測定する方法

屋外や部屋の中などの、ある場所での放射線量を空間線量といいます。この空間線量を測定する方法を説明します。
空間線量は、主にガンマ線やエックス線が対象となります。環境の放射線には大地や大気からの放射線、建物等からの放射線及び宇宙からの放射線があります。このような放射線が人体に与える影響の度合いを知るために空間線量を測定します。空間線量には周辺線量当量という量が使われています。

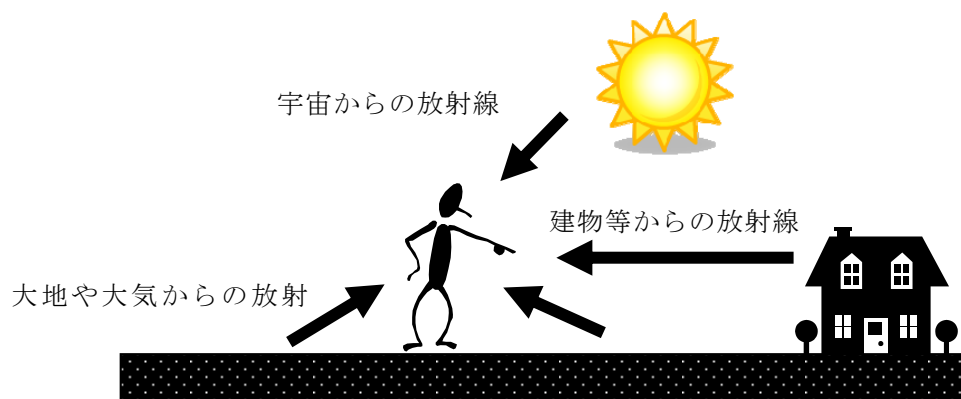



図 2-4　自然界からの放射線

このような周辺線量当量を測定する場合には、ガンマ線、エックス線を測定できる測定器を使用します。
携帯形の測定器で主に使用されるのは、サーベイメータと呼ばれている測定器です。サーベイメータを使用して周辺線量当量を測定する手順を下記に示します。なお、サーベイメータでの指示値は 1 時間あたりの周辺線量当量（周辺線量当量率（μSv/h））で表されます。

周辺線量当量率の測定手順

1）測定する場所は、環境放射線を遮蔽するものが無い場所を選びます。

2）地表から1mの高さを計測します。
3）本体および検出器（検出器内蔵タイプは本体のみ）は、測定対象からの汚染を避けるため、ビニール等で覆います。
4）検出器（検出器内蔵タイプは本体）は地表面に平行にし、体からなるべく離します。
5）サーベイメータの測定レンジを設定します。測定レンジは測定する場所に応じて決定して下さい。なお、測定レンジが自動で変わるタイプのものもあります。
6）サーベイメータにある時定数を任意に設定し、（通常は10秒以上）時定数の3倍間隔（時定数が10秒の場合には30秒間隔）で指示値を読み取ります。読み取りは少なくとも5回以上は行って下さい。なお、時定数を持たないサーベイメータもあります。このような場合には応答時間（サーベイメータの取扱説明書に記載されています）の2倍の時間間隔で指示値を読み取って下さい。またはメーカが指定する時間間隔で指示値を読み取って下さい。
7）読み取った値の平均値が周辺線量当量率になります。

測定時の注意事項

・測定する場所は常に同じ場所に決めて測定して、比較をして下さい。
・雨の日は、晴れの日よりも指示値が高くなります。これは空気中にあるラドンやトロン（土壌、岩石等に含まれる天然の放射性物質で空気中に放出されている）が雨と一緒になって落ちてくることによるものです。
・雪の日も雨の日と同様に指示値は高くなります。しかし、雪が積もった場合には地面からの放射線を遮蔽することになり、指示値が下がる傾向があります。
・使用するサーベイメータは必ず校正されているもの、または基準器との比較ができているものを使用して下さい。
・メータ式のサーベイメータは、測定部をできるだけ水平にし、メータの真上から指示値を読み取るようにして下さい。

2.4　年間追加被ばく線量について

年間追加被ばく線量（mSv / 年（年間ミリシーベルト））

現在の線量率から環境省のガイドラインで示された計算式で追加年間被ばく線量を算出します。

計算式は空間線量率から自然界にもともとある放射線の空間線量率を引き、建物の遮蔽効果と滞在時間の仮定から、以下の式で定義されています。（詳細は環境省の Web サイトにて「平成 23 年 10 月 10 日災害廃棄物安全評価検討会・環境回復検討会 第１回合同検討会 資料 （別添２）追加被ばく線量年間１ミリシーベルトの考え方」を参照ください。）

年間追加被ばく線量＝（空間線量率- 自然由来の放射線量率）×滞在時間
＝（空間線量率-0.04 [注1]）×（8+16×0.4 [注2]）×365

注 1）自然由来の放射線量率は全国の平均的な値として、“0.04”を採用します。0.04μSv/h は全国平均の値であり、場所によってこの値より高い場所や低い場所があります。
注 2）1 日 24 時間のうち 8 時間は屋外に、16 時間は屋内に滞在とします。16 時間の屋内につ

いては、遮蔽効果のため、木造家屋の場合は平均的な係数として“0.4”を乗じます。鉄筋コンクリート造の家屋では木造の家屋に比べて遮蔽効果が強いので、外部から室内への放射線の影響は弱くなります。したがって、鉄筋コンクリートの家屋では、係数は木造の家屋の場合の“0.4”よりも小さくなります。

例）年間追加被ばく線量の算出の例を以下に示します。
線量率の測定値が 0.23μSv / h だった場合の年間追加被ばく線量について算出してみます。

(0.23-0.04) × (8+16×0.4) ×365≒1000μSv/年＝1mSv/年

になります。この計算例は、「年間追加被ばく線量を 1mSv 以下にするには、時間当たりの空間線量率を 0.23μSv/h 以下にすることが必要」と言われる所以です。

第3章　チェックシート

評価項目	詳細評価項目	規格	評価
測定線種		ガンマ、エックス線	A
		ガンマ、エックス線以外	D
校正基準線源		Cs-137	A
		Cs-137以外	C
表示単位		μSv/h	A
		μSv/h以外	C
相対基準誤差		±15%以内	A
		±15%より大きい	C
エネルギー特性	60keV～1.5MeV	0.85～1.15	A
	60keV～1.5MeV	0.70～1.3	B
	60keV～1.5MeV	0.20～5.0	C
	60keV～1.5MeV	0.50～2.5	C
	I-131,Cs-134,Cs-137が測定可能 200keV～1.25MeV	0.5～3.0	C
方向特性	±90°（^{137}Csにて）	±25%以内	A
		±25%より大きい	D
応答時間または時定数（安定する時間が表記されていること。）		明記されている	A
		明記されていない	D
使用温度範囲		-10～40℃	A
		10～35℃	B
表示範囲		0.01μSv/h～	A
		0.1μSv/h～	C
		1μSv/h～	D
購入時校正がされているか？	トレーサビリティが取れた校正	校正されている	A
	トレーサビリティが取れていない校正	校正されている	B
	校正されていない	校正されていない	D
購入後に校正ができるか？		できる	A
		できない	D
購入後に調整・校正ができるか？		できる	A
		できない	D

すべてA	環境測定に適している。
Bがある	環境測定に使用する際には特性を理解して使用すること。
Cがある	環境測定に使用する際には基準器との比較測定が必要。
Dがある	簡易測定器として使用不可

注意

- サーベイメータの取扱説明書等にて上記の特性は記載されています。この記載がない場合には評価Dとなります。
- 評価Cの測定器については、測定する場所のエネルギー分布によっては異なる数値を示す場合があります。

3.1　測定線種

測定線種	評価	空間線量率の測定
ガンマ線、エックス線	A	放射性セシウムからのガンマ線を定量的に測定できます
ガンマ線、エックス線以外	D	空間線量を直接測定できないので、環境測定には適しません

空間線量率を測定する場合には、ガンマ線、エックス線を測定対象とする測定器が必要です。

※ガンマ線、エックス線以外に対する感度について

アルミ板１枚で止まるベータ線を考えたとき、透過力の強いガンマ線とは 1cm 線量当量に換算する係数が違いますので、両方を区別せずに測定する装置では誤差が生じてしまいます。

放射線があるかどうかを確認するだけであれば、ベータ線にも感度があるほうが有用かもしれませんが、ベータ線とガンマ線を別々に測定し、それぞれを換算する必要がない限り、定量的な環境線量測定には適しません。

Cs-137 から届く放射線は、ほとんどがガンマ線ですので、ベータ線に感度がないほうがかえって定量的な測定が出来ます。

3.2　校正基準線源

校正基準線源	評価	空間線量率の測定
Cs-137	A	環境放射線である放射性セシウムの線量率を評価するのに適している
Cs-137 以外	C	Cs-137 で校正された基準器との比較が必要

校正基準線源とは、測定器の校正に使用する放射線源のことです。

本来、環境放射線にはいろいろなエネルギーのガンマ線があります。一般的に、測定器はエネルギー662keV のガンマ線を出す Cs-137 で校正されており、JIS Z 4333:2006（X 線及びγ 線用線量当量率サーベイメータ）でもそのように規定されています。今回の原発事故では放射性セシウムによる汚染が支配的ですので、測定誤差を小さくするためには Cs-137 で校正されている測定器を使用することが望ましいです。

Cs-137 以外の放射線源で校正されている測定器は、662keV 以外のエネルギーで校正されているということになります。測定器の指示値はエネルギーによって大きく変わることがありますので（3.5 項 エネルギー特性参照）、正しく測定するためには Cs-137 で校正された基準器との比較が必要です。

3.3　表示単位

表示単位	評価	表示単位
μSv/h	A	周辺線量当量率を表示
μSv/h以外	C	周辺線量当量率への換算が必要

環境測定では、μSv/h を用います。測定器の表示単位が、吸収線量率の単位である μGy/h および単位時間当たり何個の放射線を計数したかを示す単位である cps(s^{-1})または cpm(min^{-1})を使用している場合は、周辺線量当量率への換算が必要になります。この換算には、測定した放射線のエネルギー情報が必要になりますが、通常の測定器ではこのエネルギー情報を提供できるものはありません。このため、表示単位にμSv/h を使用している測定器を使用して下さい。

特別な事情により他の表示単位の測定器を使用しなくてはならない場合は、測定前に放射線源を用いて、基準測定器（μSv/h 単位）との比較測定を行うことで、測定場所の周辺線量当量率を推定することは可能ですが、比較測定時と測定時で放射線のエネルギー分布が違うと大きな誤差を生む可能性があり、好ましくありません。

3.4 相対基準誤差

相対基準誤差	評価	環境放射線測定に求められる精度
±15%以内	A	環境放射線を精度よく測定できる
±15%より大きい	C	誤差が大きく、環境放射線の測定には**校正された基準器との比較が必要**

計測器が基準となる線量率と比べてどの程度の差があるかをパーセントで表した数値です。

計測器によって、指示精度、相対指示誤差などと表示されていることもあります。

JIS Z 4333：2006 では、この数値は±15%以内であることとされています。

ガンマ線を測定する場合、基準の放射線としてセシウム 137（Cs-137）が多く用いられ、この放射線を使用した場合の誤差を示しています。

放射線は、絶えず一定の量が放出されているのではなく、絶えず変動しています。このため、何度も測定して平均値を求める必要があります。特に自然界におけるバックグラウンドの放射線量を測定するような小さい値を測定する場合は、変動が大きいために誤差が大きくなるので、できるだけ多くの回数を測定して平均値を求める必要があります。

指示値の読み取りについて（指示値変動）

サーベイメータの指示値は、常に一定の指示をしているわけではありません。放射線はランダムに検出器に入射するため、その指示値はある程度のばらつきを示しています。ある線量率を指示する場合に、その指示値がどの程度ばらついているかを示す試験を指示値変動試験と呼びます。これは、放射線を照射し、その時の指示値を 20 回読み取り、下記の計算式にて変動係数（V）を求めることで、指示値の変動がわかります。指示値の読み取りは、サーベイメータの時定数の 3 倍間隔か、応答時間の 2 倍間隔またはメーカが指定する時間間隔で行って下さい。

$$V = \frac{S}{\overline{\chi}} = \frac{1}{\overline{\chi}}\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\chi_i - \overline{\chi})^2}$$

ここで、χ_i ：n（=20）個の測定値

S ：20 個の測定値の標準偏差

$\overline{\chi}$ ：20 個の測定値の平均値

このばらつきは、検出器の感度によります。JIS 規格では 0.15 以内であることとなっています。

3.5　エネルギー特性

エネルギー範囲	感度	評価	適用する検出器の種類
60keV～1.5MeV	0.85～1.15	A	シンチレーション式（エネルギー補償あり）
60keV～1.5MeV	0.70～1.3	B	Ｓｉ半導体検出器
60keV～1.5MeV	0.20～5.0	C	シンチレーション式（エネルギー補償なし）
60keV～1.5MeV	0.50～2.5	C	ＧＭ式
I-131,Cs-134, Cs-137が測定可能 200keV～1.25MeV	0.50～3.0	C	無補償型で、エネルギー範囲が狭いが、 福島第一原発事故で出た核種は測定できる

測定器は、例えば同じ 1μSv/h の空間線量率の場を測定しても、その場に存在する放射線のエネルギー分布が異なると、1μSv/h とは違う値を指示します。理想的な測定器では、1μSv/h の空間線量率の場を測定すれば、放射線のエネルギー分布が変化しても 1μSv/h を指示します。

このため、JIS Z 4333：2006 では、放射線エネルギーの変化に対する指示値の変化の許容範囲をエネルギー特性として規定しています。エネルギー特性は、1.0 に近いほど良好な特性を示し、理想的な測定器に近づきます。1.0 より小さい場合には過小評価となり、逆に大きい場合は過大評価となります。エネルギー特性は、測定器で採用している検出器の種別や構造等により大きく異なるため、検出器の種類毎に規定されています。上表に測定エネルギー範囲、感度、環境測定への適用の評価、適用される検出器種別の一覧を示します。なお、同表の最下段の適用検出器は JIS Z 4333：2006 には規定されていませんが、東京電力㈱福島第一原子力発電所の事故で環境中に主に放出された I-131,Cs-134,Cs-137 を選択的に測定する検出器として市販されているものを掲載しました。

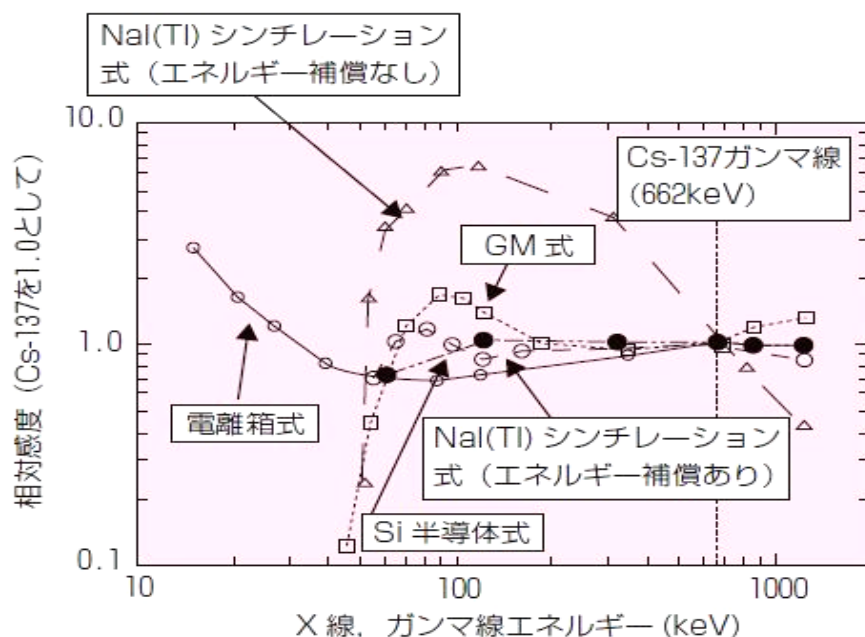
環境測定は、周辺線量当量率を高い精度で測定する必要があるため、エネルギー特性が良好な測定器が望まれます。このため、エネルギー補償型シンチレーション検出器を評価Ａとし、半導体検出器を評価Ｂ、他を評価Ｃとしています。

公益社団法人日本アイソトープ協会「はじめての放射線測定」より転載

図 3-1　様々なサーベイメータのエネルギー特性

3.6　方向特性

方向特性	評価	環境放射線の測定
±25%以内	A	基準線源と同じ数値を示すので、環境放射線を正しく測定できる
±25%より大きい	D	実際の線量率と異なる数値を示すことがある

環境における空間線量率（周辺線量当量率）を測定する場合に、検出器の向きによって指示値が違ってしまうのは大きな問題です。この方向による指示値の変化を示すものが方向特性です。この方向特性は検出器の構造や、検出器内蔵タイプではサーベイメータの構造と関係があります。

サーベイメータを、製造業者が指定する基準照射方向から線源を照射し、この方向からの値を基準として、角度を変えて照射した値と基準値の比率を表したものが方向特性となります。

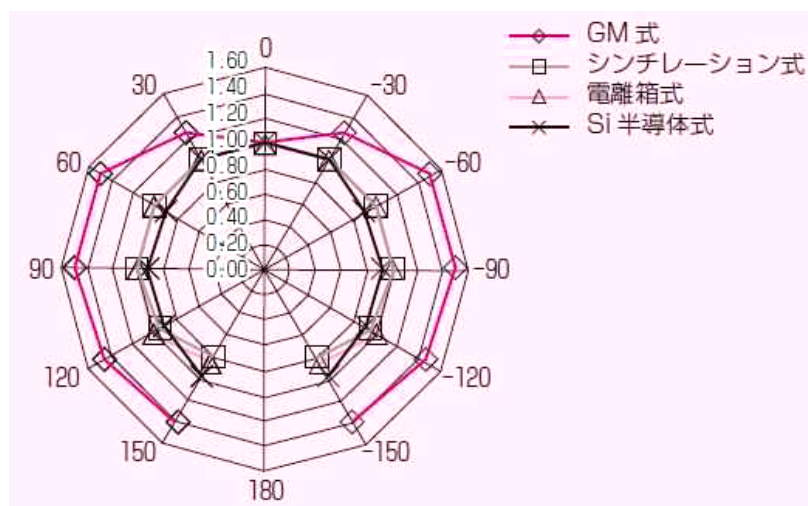
JIS Z 4333：2006 では、±90°の角度範囲で、±25%と規定されています。図 3-2 に示すグラフはGM式、シンチレーション式、電離箱式、Si 半導体式のサーベイメータの方向特性です。GM式以外は±90°の角度でほぼ 1.0 のレスポンスを示しています。

公益社団法人日本アイソトープ協会「はじめての放射線測定」より転載

図 3-2　代表的なサーベイメータの方向特性

円筒形のＧＭ管を使用しているサーベイメータの場合は、横方向からの感度が高くなる傾向があり、正面方向に対して±90°方向で約 50%増しのレスポンスとなることがあります。このため、環境放射線を測定した場合は、他のサーベイメータに比べて、指示値が高くなります。なお、ＧＭ管を使用したサーベイメータでもレスポンスの方向特性が±25%に入っているものは、問題ありません。

以上のことから±90°の範囲で、±25%の方向特性をもつものを評価Ａとし、それ以外を評価Ｄとしています。これは基準器との比較をしても、実際の測定場所ではどこから放射線が来ているかわからないためです。

3.7　応答時間または時定数

応答時間または時定数	評価	環境放射線の測定
明記されている	A	指示値の読み取り間隔が判断できる
明記されていない	D	指示値の読み取り間隔が判断できない

放射線の量が急に変わったとき、指示値はふらつきながら次第にある一定の値に近づいていきます。どれぐらいの早さで近づくかの目安が時定数です。

時定数が長くなると指示値が安定して読み取れるようになりますが、真の値となるまでには時間がかかってしまいます。このため、時定数を長くした場合には十分時間をとる必要があります。

JIS では時定数の代わりに応答時間という言葉が使用されています。これは 90%応答時間とも呼ばれ、ある値からその値の 10 倍の値まで変化する時に変化する値の 90%に達するまでの時間を測定するものです。時定数は 90%応答時間ではなく、63%応答時間と考えて下さい。この結果、応答時間は時定数の 2.3 倍になります。図 3-3 に応答時間と時定数の関係を示します。

なお、JIS Z 4333：2006 の応答時間では 10 秒以下とされていますが、これは指示値の変化が早く読み取れることが必要であるからです。しかし、安定した指示値を読み取るためには長い時定数とする必要があります。

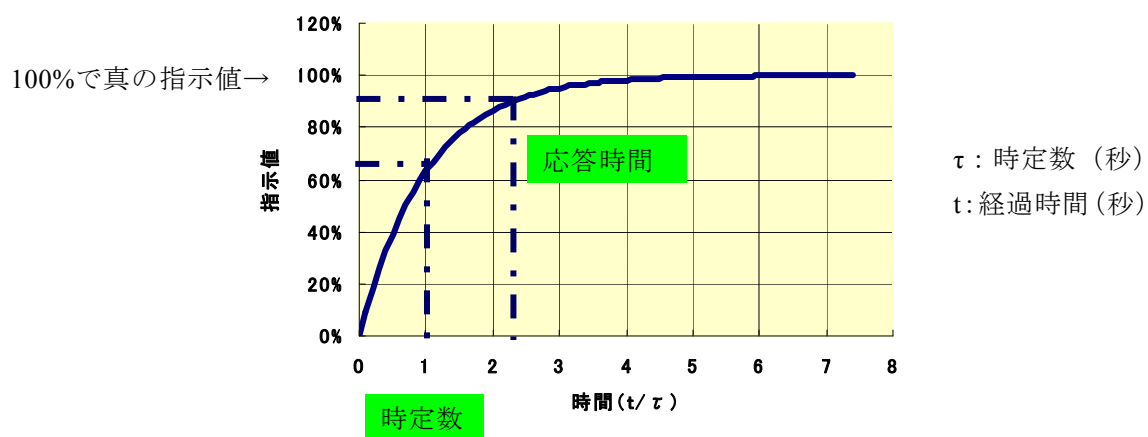



図 3-3　応答時間と時定数の関係

3.8　使用温度範囲

使用温度範囲	評価	使用温度環境
-10～40℃を含む	A	室外で使用することができるので、環境放射線の測定に適する
10～35℃を含む	B	室内用なので、室外の環境放射線測定で使用する場合は、周囲温度の変化に注意
表記なし	D	使用温度により、測定の信頼性が低下するので、環境放射線の測定には適さない

測定器は温度によって指示値が変わる可能性があります。JIS Z 4333:2006 では、温度範囲として室内用と室外用に分けて規定されています。環境放射線測定は室外で行うことが多いため、室外用の範囲である－10～＋40℃で使用できるものが望ましいです。

室内用でも厳寒期や酷暑期を除けば使用できますが、定められた温度範囲外で使用するときは指示値の信頼性が低くなるので注意が必要です。

3.9　表示範囲

表示範囲	評価	環境測定に求められる性能
0.01μSv/h～	A	環境放射線を正確に測定するために必要なレンジです
0.1μSv/h～	C	環境放射線を測定することができますが、除染レベルのしきい値の評価ができません
1　μSv/h～	D	環境放射線のレベルを測定することはできません

環境中の大気や大地には天然の放射性物質が多くあり、日本各地においても平均値で 0.02～0.1μSv/h 程度の低レベルの自然放射線が存在しています。環境放射能は、とても低レベルで、高感度な測定器で測定する必要があります。国のガイドラインは、一般住民の年間追加被ばく線量を 1mSv（0.19μSv/h に相当）以下にすることを目標としており、空間線量が 0.23μSv/h（0.19+0.04μSv/h（自然界からのバックグランド放射線量））以上の地域を除染特別地域(警戒区域および計画的避難区域)および汚染重点調査区域と定義していますので、ガイドラインに示される除染レベルのしきい値を正確に測定するためには、0.01μSv/h の測定表示レンジが求められます。表示範囲 0.1μSv/h～の測定器は、例えば、環境の放射線レベルが 0.05μSv/h の場合は 0.1μSv/h と表示され、0.04μSv/h の場合は 0.0μSv/h と表示されるので、バックグラウンド放射線量レベルでの測定においては誤差が大きくなります。このため、表示範囲 0.1μSv/h～の測定器は評価Ｃ、表示範囲 1μSv/h～の測定器は評価Ｄとしています。

3.10 校正の有無（購入時トレーサビリティが取れた校正がされているか？）

校正の有無	評価	測定器の校正
購入時、トレーサビリティが取れた校正がされている	A	そのまま使用出来る
購入時、校正がされている	B	そのまま使用出来る
購入時、校正がされていない	D	校正後に使用可能

購入された測定器は、国家標準につながるトレーサビリティが保たれた校正装置（γ線照射装置）で校正され、相対基準誤差または指示誤差等が表記されていることが必要です。
この確認方法は、購入時に添付されている試験・検査成績書等で、確認してください。
また、国家標準につながるトレーサビリティが保たれているかどうかは、トレーサビリティ体系図が添付されているか、取扱説明書等で確認してください、確認できない場合は、購入元または製作メーカに問合せしてください。
購入された測定器が、下記の校正を実施されているかどうかで判断します。
ただし、確認校正されたものを購入された場合は、評価Ｂとします。

①校正とは
校正しようとする測定器が示す線量当量率と基準となる線量当量率との比を求めることで、購入時の試験・検査成績書に相対基準誤差または指示誤差等として、記録されています。

②基準の線量当量率とは
校正装置によって設定された基準となる線量当量率で、国家標準とのトレーサビリティが取られていることが必要です。

③国家標準につながるトレーサビリティとは
測定器は基準測定器によって校正されます。その基準測定器はより正確な（不確かさがより小さい）特定二次標準器によって校正されます。さらに特定二次標準器は、より正確な国家標準の特定標準器によって校正されます。このように測定器が校正の連鎖によって、国家標準に辿り着けることを確認できることが、国家標準につながるトレーサビリティが保たれているといいます。

④不確かさとは
線量当量率を測定器で測定すると、測定値が同じにならず、ばらついています。
この測定値のばらつきは、平均値をとるなどのデータ処理をして、測定値を決定しています。
この測定値のばらつきの大きさを定量化して表したのが、「不確かさ」です。
この不確かさが小さいほど精度の高い測定が出来ることになります。

⑤確認校正とは
上記、校正体系の中で校正された測定器の性能が、維持され、校正定数が継続して使用できるかどうかを、判定するための簡易校正です。
一般に測定器の定期的な性能維持を確認するためで、上記基準の線量当量率ではなく、実用線源を使用して行う簡易校正です。
（財）原子力安全技術センター　確認校正マニュアルを参照ください。（下記 URL）
http://www.nustec.or.jp/jisz4511/kakuninmanual.pdf

⑥校正定数とは

測定器の計測値から、線量当量率を算出するための定数です。

線量当量率＝指示値×校正定数

校正定数＝基準線量当量率／指示値

3.11 点検整備（購入後に調整および校正が出来るか？）

点検整備	評価	測定器の点検
購入後に点検整備ができる	A	購入後に定期的な測定器の調整および校正をメーカ等が実施できる
購入後に点検整備ができない	D	購入後の調整および校正を実施するところがない

測定器は、微弱な放射線の検出信号を、計測回路で測定値に変換して、校正定数を乗じて、線量当量率を表示しています。

この微弱な放射線の検出信号は、ギターの弦や、ピアノの鍵盤が、経年劣化等で正しい音階が得られない場合と同等で、測定器も、経年劣化や計測回路のドリフト等で、正しい線量当量率が得られない場合があります。正しい測定を実施するには、年１回の定期的な点検整備が必要となります。

この点検整備は、製造メーカ等に購入元経由で依頼できます。

また点検整備には、機能確認等の他に、校正を実施して、購入時の校正定数が変化していないかを確認します。

もし、指示値の誤差が製造メーカの公表値または JIS 規格以上変化している場合は、製造メーカでの再調整および再校正が必要です。

校正のみの点検の場合は、校正登録事業者（JCSS 登録事業者)、校正専門業者等に依頼することも可能です。

チェックシート

評価項目	詳細評価項目	規格	評価	ﾁｪｯｸ
測定線種		ガンマ、エックス線	A	
		ガンマ、エックス線以外	D	
校正基準線源		Cs-137	A	
		Cs-137以外	C	
表示単位		μSv/h	A	
		μSv/h以外	C	
相対基準誤差		±15%以内	A	
		±15%より大きい	C	
エネルギー特性	60keV～1.5MeV	0.85～1.15	A	
	60keV～1.5MeV	0.70～1.3	B	
	60keV～1.5MeV	0.20～5.0	C	
	60keV～1.5MeV	0.50～2.5	C	
	I-131,Cs-134,Cs-137が測定可能 200keV～1.25MeV	0.5～3.0	C	
方向特性	±90° (^{137}Csにて)	±25%以内	A	
		±25%より大きい	D	
応答時間または時定数 （安定する時間が表記されていること。）		明記されている	A	
		明記されていない	D	
使用温度範囲		-10～40℃	A	
		10～35℃	B	
表示範囲		0.01μSv/h～	A	
		0.1μSv/h～	C	
		1μSv/h～	D	
購入時校正がされているか？	トレーサビリティが取れた校正	校正されている	A	
	トレーサビリティが取れていない校正	校正されている	B	
	校正されていない	校正されていない	D	
購入後に校正ができるか？		できる	A	
		できない	D	
購入後に調整・校正ができるか？		できる	A	
		できない	D	

すべてA	環境測定に適している
Bがある	環境測定に使用する際には特性を理解して使用すること
Cがある	環境測定に使用する際には基準器との比較測定が必要
Dがある	簡易測定器として使用不可

注意

- サーベイメータの取扱説明書等にて上記の特性は記載されています。この記載がない場合は、評価Dとなります。
- 評価Cの測定器については、測定する場所のエネルギー分布によっては異なる値を示す場合があります。

第4章　参考資料

放射線測定全般

(1)「はじめての放射線測定—正しく理解し、正しく測ろう放射線」
丸善出版 日本アイソトープ協会発行
ISBN 978-4-89073-226-5

(2)「簡易的な環境放射線測定に関するガイドライン」
一般社団法人 日本電気計測器工業会 放射線計測委員会

放射線測定機器の性能チェックシート

作成委員会構成員名簿（順不同）

	氏　名	所　属
委員長	中　村　尚　司	東北大学名誉教授
委　員	東　　　泰　彦	富士電機株式会社
	中　島　定　雄	富士電機株式会社
	桑　原　　　均	株式会社日立製作所
	小　原　　　哲	株式会社東芝
	西　沢　博　志	三菱電機株式会社
	仁　神　鉄　人	横河電機株式会社
	古　賀　悠　策	横河電機株式会社
	松　田　耕一郎	株式会社堀場製作所
	中　西　保　之	株式会社堀場製作所
	島　村　正　彦	岩通計測株式会社
	加　藤　　　徹	日立アロカメディカル株式会社
事務局	高　橋　義　雄	一般社団法人日本電気計測器工業会

平成 25 年 4 月発行

この著作物は平成２４年度我が国情報経済社会における基盤整備（放射線測定機器の性能チェックシート作成のための調査事業）に関する委託契約により国から一般社団法人日本電気計測器工業会が委託を受けて作成したものです。

編集・発行　一般社団法人日本電気計測器工業会
放射線測定機器の性能チェクシート作成委員会

本　　部【計測会館】〒103-0014　東京都中央区日本橋蛎殻町 2-15-12
電話 03-3662-8183

関西支部　〒530-0047　大阪市北区西天満 6-8-7 電子会館
電話 06-6316-1741